Boetticher
Lane Medical Library

Ueber

Reflexhemmung.

Inaugural-Dissertation

der

medicinischen Facultät zu Jena

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

vorgelegt

von

Walter von Boetticher,
praktischem Arzt aus Dresden.

Jena, 1878.

Druck von A. Neuenhahn.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153718_0059

Seinen theuren Eltern

in dankbarer Verehrung

der Verfasser.

I. HISTORISCHES.

Die durch zahlreiche Versuche festgestellte Thatsache eines continuirlichen Zusammenhanges zwischen sämmtlichen sensibeln und motorischen Nervenfasern im Rückenmark durch Vermittlung der grauen Substanz desselben musste nothwendigerweise im Gegensatz stehen zu der Beobachtung, dass für gewöhnlich ein Reiz, welcher eine centripetale Nervenfaser trifft nur eine bestimmte Anzahl von centrifugalen Bahnen in Erregung versetzt, mit anderen Worten, dass unter normalen Verhältnissen auf einen peripheren Reiz eine coordinirte Bewegung erfolgt und kein Reflexkrampf. Eine Erklärung konnte dieser anscheinende Widerspruch finden in der Annahme gewisser Hemmungsmechanismen, deren Thätigkeit eine grössere Ausbreitung und Übertragung des Reizes verhinderte. Die Beobachtung lehrte die Möglichkeit einer theilweisen oder vollständigen Unterdrückung der Reflexe durch den Willen, also vom Gehirn aus. Setschenow[1]) gelang darauf der experimentelle Nachweis des Sitzes der Hemmungsmechanismen für die Reflexthätigkeit des Rückenmarks beim Frosch in den Seh- oder Vierhügeln und in dem verlängerten Mark. Er nahm an, dass diese Hemmungsmechanismen während des Lebens in dauernder tonischer Erregung sich befänden, und dass diese zu Stande komme unter Vermittlung sensibler Nerven.

1) Physiologische Studien über die Hemmungsmechanismen für die Reflexthätigkeit des Rückenmarks im Gehirn des Frosches. 1863.

Herzen[1]) verwarf die Annahme Setschenow's vom Vorhandensein gewisser Hemmungsmechanismen im Gehirn und sprach sich auf Grund seiner Untersuchungen dahin aus, dass durch intensive centrale oder periphere nervöse Reizung eine Reflexdepression eintrete und zwar sowohl nach Verletzung des Gehirns als bei unversehrter Beschaffenheit desselben. Mit Setschenow stimmt er darin überein, dass er sich gegen die Annahme von Hemmungsapparaten im Rückenmark ausspricht.

Setschenow[2]) kam darauf zu dem Ergebniss, dass die Frage, ob die Reflexhemmungsmechanismen reflectorisch von der Peripherie aus erregbar seien, noch unentschieden bleiben müsse. Ferner macht er eine scharfe Unterscheidung zwischen tactilem und schmerzerregendem Apparat beim Frosch und kommt zu dem Resultat, dass für die tactilen Reflexe ein Hemmungsmechanismus im Gehirn nicht existire.

In Betreff des Sitzes der Hemmungscentren spricht sich Simonoff dahin aus, dass die Angabe Setschenow's über diesen Punct — wenigstens für Warmblüter — nicht zutreffend sei. Bei seinen an jungen Hunden angestellten Versuchen[3]) trat nämlich eine Reflexdepression bereits dann ein, wenn er die Lobi anteriores des Grosshirns durch Einsenken von Nadeln reizte.

Setschenow[4]) modificirt später seine bisherigen Angaben und nimmt an, dass eine Reizung sensibler Nerven sowohl motorische als auch hemmende Apparate in Thätigkeit versetzt. Die hemmende Wirkung zeigte sich ausser bei elektrischer auch bei chemischer Nervenreizung. Er spricht deshalb die Ansicht aus vom Vorhandensein excitomotorischer und reflexdeprimirender Fasern in demselben Nervenstamm.

In seiner Arbeit: „Beiträge zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches“[5]) bekämpft Goltz zunächst die

---

1) Expériences sur les centres modérateurs de l'action réflexe. 1864, cit. nach Virchow-Hirsch Jahresbericht für 1867. I. 179.

2) Setschenow und Paschutin, Neue Versuche am Hirn und Rückenmark des Frosches. 1865.

3) Die Hemmungsmechanismen der Säugethiere experimentell bewiesen. Archiv für Anatomie u. s. w. 1866.

4) Über die elektr. und chem. Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven des Frosches. 1868.

5) III. Zur Lehre von der Hemmung der Reflexerscheinungen.

von Setschenow und Paschutin ausgesprochene Ansicht von dem Mangel hemmender Mechanismen für tactile Reflexe im Froschhirn. In den von ihm angestellten Versuchen trat nicht nur eine Verzögerung, sondern ein vollständiges Verschwinden der Reflexerscheinungen ein, und zwar ging diese Reflexhemmung von dem Grosshirn aus, während Setschenow die Anwesenheit einer Hemmungsvorrichtung im Grosshirn entschieden in Abrede stellt. Ausser vom Grosshirn aus kann durch starke Reizung peripherer Nerven ein Verschwinden der Reflexbewegungen erreicht werden. Der Reiz gelangt in letzterem Fall zu dem Reflexcentrum und stumpft dessen Erregbarkeit für den ursprünglichen Reiz ab oder vernichtet sie vollständig. Auf diese Weise erklärt Goltz also die Erscheinungen der Reflexdepression ohne Zuhülfenahme der Setschenow'schen Hemmungscentra.

Bei seinen Versuchen über die Ursachen des klonischen Krampfes[1]) durchschnitt Nothnagel Fröschen das Mark zwischen 2. u. 5. Wirbel, legte dann nach Ablauf von 24 Stunden den N. Ischiadicus der einen Seite blos und reizte dessen centrales Ende mit Inductionsströmen. Hierbei trat in der Musculatur des unversehrten Schenkels eine Reihe klonischer Zuckungen auf, auf welche trotz fortgesetzter Reizung wieder vollständige Ruhe des Beines folgte. Anders war der Erfolg, wenn kurze Zeit (10—15 Min.) nach der Rückenmarksdurchschneidung der Ischiadicus des einen Beines gereizt wurde. Es zeigte sich dann, dass das unversehrte Bein während der Dauer der Reizung durch den Strom vollständig ruhig blieb und nur im Augenblick des Anlegens der Elektroden ein leichtes Zucken erfolgte. Bei Entfernung derselben blieb die Extremität entweder in Ruhe oder es traten vereinzelte klonische Zuckungen ihrer Musculatur auf. Während der Dauer der Application der Elektroden und mitunter noch kurze Zeit nach Abnahme derselben reagirten die Frösche auf die heftigste Hautreizung nicht im Mindesten. Die Erklärung dieser Thatsache sucht Nothnagel darin, dass die graue Substanz des Rückenmarks in irgend einer Weise auf den Erregungsvorgang einwirke und so der beschriebene Symptomencomplex zu Stande komme. Der Einfluss der grauen Substanz besteht jedoch nicht in einer Vermehrung der Leitungswiderstände, sondern es handelt sich

1) Zur Lehre vom klonischen Krampf. Virchow's Archiv Bd. 49.

„um eine wirkliche Unterdrückung, eine Hemmung der Bewegung". Diese kommt dadurch zu Stande, dass in Folge der Reizung nicht allein diejenigen Ganglienzellen, welche zum Zustandekommen des Reflexes erforderlich sind, in Thätigkeit versetzt werden, sondern daneben noch andere, welche eine reflexhemmende Wirkung entfalten. Die Thätigkeit dieser letzteren erlischt jedoch früher als die der ersteren.

Zu ähnlichen Resultaten wie Nothnagel, aber auf anderem Wege, gelangte Lewisson[1]). Bei einer starken Compression des Halses, oder nachdem Decapitation vorausgeschickt worden, bei Quetschung der Extremitäten oder anderer Körperstellen des Frosches, ferner bei Reizung der Haut- und Muskelnerven durch Inductionsströme zeigte sich eine bedeutende Herabsetzung der Reflexerregbarkeit der betreffenden Thiere. Der Verfasser widerlegt zunächst durch experimentelle Beweisführung den etwaigen Einwurf, als ob es sich bei seinen Versuchen um eine Erschöpfung durch Überreizung, oder um eine Lähmung sensibler Nerven gehandelt habe und kommt zu dem Schluss, „dass man im Stande ist, durch eine starke Reizung sensibler Nerven die Thätigkeit der Reflexcentra des Frosch - Rückenmarks zu hemmen". Diese Reizung muss eine ungewöhnlich starke sein, denn wenn sie, wie gewöhnlich, nur in mässigem Grade einwirkt, bewirkt sie gerade eine Erregung sowohl der reflexvermittelnden, als der motorischen Centren des Gehirns.

Fick[2]) dagegen glaubt, dass die sensibeln Nerven ausser den eigentlich centripetal leitenden Fasern auch solche enthalten, welche dazu dienen, geordnete Reflexe herbeizuführen, indem sie zu Hemmungsvorrichtungen im Rückenmark führen. Mit dieser Annahme nähert er sich also der Hypothese Setschenow's[3]), welcher im Ischiadicus ausser excitomotorischen auch reflexdeprimirende Fasern annahm.

Freusberg[4]) spricht sich bei seinen Untersuchungen über

---

1) Über Hemmung der Thätigkeit der motor. Nervencentra durch Reizung sensibler Nerven. Archiv f. Anatomie u. s. w. 1869.

2) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. 23. April 1870.

3) Ueber die electr. und chem. Reizung der sensibl. Rückenmarksnerven des Frosches. S. 62.

4) Reflexbewegungen beim Hunde. Pflüger's Archiv. Bd. IX.

die vom Lendenmark des Hundes ausgelösten Reflexbewegungen dahin aus, dass die Möglichkeit der Unterdrückung derselben von einer beliebigen Stelle des Hinterkörpers aus der Annahme von Hemmungscentren widerspricht. Er ist der Ansicht, dass „jeder sensible Reiz in jedem Punkte des Rückenmarks die Hemmung zu besorgen vermag". Die Frage nach dem eigentlichen Mechanismus („dem inneren Geschehen") der Reflexhemmung lässt Freusberg[1]) vorläufig noch offen. Er weist darauf hin, dass das Centralnervensystem unfähig ist, auf zwei gleichzeitig wirkende Reize in der entsprechenden Weise zu reagiren und meint, dass verschiedene Reize, von denen jeder ein anderes Innervationscentrum erregt, also auch jeder mit einer anderen Thätigkeit beantwortet werden würde, hemmend auf einander einwirken.

Die neueste Arbeit auf dem Gebiet der Reflexhemmung ist die von Preyer: „Die Kataplexie und der thierische Hypnotismus"[2]). Mit dem Namen „Kataplexie" bezeichnet der Autor den eigenthümlichen Zustand, welcher beim Menschen und bei Thieren unmittelbar nach einem heftigen Schreck einzutreten pflegt, ein Zustand, welcher mit dem nach grösseren Operationen eintretenden Shock identisch zu sein scheint. Nach einem historischen Überblick werden vom Verfasser die wenigen dieses Thema behandelnden Arbeiten und Erklärungsversuche, namentlich diejenigen Czermak's und Heubel's, besprochen und kritisch beleuchtet. Es folgt darauf eine genaue Beschreibung der zahlreichen vom Verfasser angestellten Experimente über die Kataplexie und sämmtlicher dabei beobachteter Veränderungen der Respirations-, Circulations-, Digestionsorgane, der Temperatur u. s. w., nach deren Aufzählung die Theorie des betreffenden Zustandes einer längeren Besprechung unterzogen wird. Während Czermak den Zustand der Kataplexie für einen hypnotischen, wirklich schlaftrunkenen ansieht, Heubel ihn für gewöhnlichen Schlaf hält, erklärt Preyer die Kataplexie für eine Hemmungserscheinung, welche ausgelöst wird durch den beim Erfassen der Versuchsobjecte ausgeübten intensiven peripheren Reiz. Der Verfasser spricht sich für die Existenz besonderer Hemmungscentren aus; diese werden neben dem Reflexcentrum durch die kataplektischen Manipulationen

---

1) Ueber die Erregung und Hemmung der Thätigkeit der nervösen Centralorgane. Pflüger's Archiv Bd. X. 1875.

2) Sammlung physiologischer Abhandlungen herausgeg. von W. Preyer. II. Reihe. I. Heft. Jena 1878.

in Erregung versetzt. „Kommt aber einige Zeit nach dem Beginne der Kataplexie ein neuer ungewohnter Reiz von genügender Stärke hinzu, dann versagen die Hemmungen wegen der, sei es durch Überreizung, sei es durch vorherige Spannung, verminderten Erregbarkeit". Die Thatsache des Fehlens auch aller willkürlichen Bewegungen während des kataplegischen Zustandes wird dadurch erklärt, dass „die Erregung der Reflexhemmungsapparate die der psychomotorischen (Willens-) Centren überwiegt".

II. EXPERIMENTELLES.

Veranlassung zu den nachfolgenden Versuchen gab mir eine Abhandlung von O. Langendorff: „Die Beziehungen des Sehorganes zu den reflexhemmenden Mechanismen des Froschgehirns“ [1]).

Ich ergreife an dieser Stelle mit Freuden die Gelegenheit, Herrn Hofrath Professor Preyer, welcher mir eine experimentelle Prüfung derselben vorschlug und in dessen Laboratorium ich die Arbeit ausführte, für vielfache Rathschläge, die er mir dabei zu Theil werden liess, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

In einer kurz zuvor erschienenen Arbeit[2]) hatte Langendorff gezeigt, dass bei halbseitiger Abtrennung des Setschenow'schen Hemmungscentrums die dem Schnitte entgegengesetzte Seite eine Erhöhung der Reflexerregbarkeit erkennen lässt, dass also die reflexhemmenden Bahnen eine Kreuzung erfahren und zwar gehe diese Kreuzung im verlängerten Marke vor sich.

Der Inhalt seiner zweiten Arbeit ist kurz folgender: Doppelseitig geblendete Frösche quaken, sobald man ihnen mit dem feuchten Finger die Rückenhaut streicht. Ein intensiver peripherer Reiz, Quetschen des Beines, lässt das Reflexquaken nicht zu Stande kommen. Langendorff erklärt diese Beobachtung dadurch, dass die Sinne und zwar besonders der Gesichtsinn, gewissermaassen die Pforten darstellen, durch welche den Hemmungsmechanismen ihre Erregung zugeführt wird. Werden diese verschlossen, so kann kein Reiz mehr auf die hemmenden Apparate einwirken, sie können also nicht mehr functioniren. Die Frage, ob die Lichtentziehung auf die Reflexthätigkeit des gesammten Körpers erhöhend einwirkt, lässt Langendorff vorläufig offen.

1) Archiv f. Physiologie von E. du Bois-Reymond 1877, 4. u. 5, Heft.
2) Langendorff, Über Reflexhemmung ebenda, 2. u. 3. Heft.

Der Verf. hebt noch besonders hervor, dass einseitige Blendung wirkungslos ist für das Zustandekommen des erwähnten Reflexmechanismus.

Ich habe die wichtigsten Sinnesnerven bezüglich der Reflexhemmung einer Untersuchung unterworfen. Als Versuchsobjecte dienten sehr grosse Frösche, meist männlichen Geschlechts.

Der Gesichtsinn wurde bei den Thieren ausgeschaltet durch Exstirpation der Bulbi, Durchschneidung der Sehnerven, Ätzung der Cornea mittelst Argentum nitricum, Zunähen der Augenlider. Trotz mehrfacher Versuche gelang es mir nicht die Blendung in der Weise zu bewerkstelligen, dass eine Verletzung des Auges oder der Lider dabei vollständig ausgeschlossen blieb; vielmehr erwies sich die Anwendung von Collodium, Gyps und ähnlichen Mitteln zum Zweck des Augenverschlusses als nutzlos oder zu wenig dauerhaft.

Der Erfolg der Blendung war bei sämmtlichen Fröschen der gleiche: Streichen der Rückenhaut mit dem befeuchteten Finger hatte regelmässig den bekannten Quakreflex zur Folge. Dieser trat bei meinen Thieren fast stets innerhalb weniger Stunden nach der Operation auf und liess nur selten einen ganzen Tag lang auf sich warten. Je grösser die Berührungsfläche des Rückens durch den streichenden Finger, um so intensiver trat in der Regel das Quaken ein. Wurde also die Rückenhaut nicht allein mit der Spitze des Fingers, sondern mit der ganzen Volarfläche desselben gestrichen, so war der Erfolg ein bedeutend stärkerer. Goltz sah bei seinen enthirnten Thieren das Quaken am leichtesten eintreten bei Berührung der zwischen den Armen gelegenen Partie der Rückenhaut. Für die geblendeten Frösche ist dies nicht immer zutreffend. Bei den verschiedenen Exemplaren ist es bald diese, bald jene Stelle der Rückenhaut, von welcher der Reflex am leichtesten ausgelöst werden kann. Berühren der Kreuzbeingegend wurde jedoch fast nie mit Quaken beantwortet; in der Regel folgte eine Urinentleerung darauf. Die Thatsache, dass es allein die Haut des Rückens ist, bei deren Berührung der Frosch seine Stimme erhebt, erklärt Goltz dadurch, dass es nur sehr beschränkte Hautstellen sind, „die wir kitzlich nennen". Er weist auf die analoge Erscheinung beim Menschen hin, bei dem Kitzeln der Achselhöhlen zum Lachen reizt, Kitzeln der Stirne nicht. Monate lang konnte ich mich täglich von dem Vorhandensein des Quakreflexes überzeugen. War der Versuch viele Mal schnell nach einander an demselben Thiere wiederholt worden, so

erfolgte häufig kurz nachdem das Streichen des Rückens aufgehört hatte, noch ein einmaliges Quaken.

Die Application starker peripherer Reize, wie Quetschen der Pfote, Eintauchen derselben in verdünnte Schwefelsäure u. s. w. liessen das Quaken nicht zu Stande kommen oder unterdrückten es sofort.

In Betreff des sonstigen Verhaltens der geblendeten Frösche hat bereits Langendorff erwähnt, dass dieselben nach Krötenart kriechen. Längere Zeit nach der Blendung verliert sich jedoch dieser eigenthümliche Gang einigermaassen und sie springen wieder bedeutend häufiger. Reizt man ruhig dasitzende blinde Frösche, z. B. durch Klemmen einer Pfote, so bewegen sie sich vollständig wie ihre unversehrten Genossen durch Springen fort, wobei es ihnen natürlich nicht möglich ist, entgegenstehenden Hindernissen auszuweichen.

Um die Beziehungen zwischen dem Sehorgan und dem Reflexhemmungsmechanismus zu untersuchen, lag es nahe zu prüfen, in welcher Weise eine einseitige Blendung den Reflexvorgang beeinflusse. Hier muss ich nun Langendorff entschieden widersprechen, wenn er eine einseitige Blindheit für wirkungslos erklärt. Ein jeder meiner, nur auf einer Seite geblendeten Frösche — mochte die Blendung durch Exstirpation des Bulbus Durchschneidung des N. Opticus, Zunähen des Auges oder Cauterisation der Cornea erfolgen — zeigte bei Streichen der Rückenhaut ebenso prompt und constant den Quakreflex wie ein total blinder Frosch. Auch hinsichtlich der Intensität und Dauer des Quakens konnte ich einen deutlichen Unterschied zwischen den einseitig geblendeten und den beiderseits blinden Fröschen nicht wahrnehmen, wenn gleich es mir einigemal schien, als ob erstere nicht so anhaltend den gesetzten Reiz mit Quaken beantworteten wie letztere.

Auch die einseitig geblendeten Frösche kriechen in der ersten Zeit nach der Operation, springen jedoch später vorzugsweise, wobei sie, der Stellung ihrer Augenachsen entsprechend an Gegenstände anstossen, die sich der geblendeten Seite entgegenstellen.

Auffallend ist die Erscheinung, dass Frösche, denen ich die Lider, ohne sie anzufrischen, auf einer oder beiden Seiten zugenäht hatte, nach Entfernung der Nähte, was nach ungefähr 14 Tagen geschah, bei Streichen des Rückens noch quakten, häufig auch den kriechenden Gang noch zeigten. Dieses Phaenomen

liess sich bei den nun wieder sehenden Fröschen noch längere Zeit hindurch beobachten. Ich werde später eine Erklärung zu geben versuchen.

Der Gehörsinn wurde bei Fröschen eliminirt, indem ihnen das Trommelfell excidirt und die Paukenhöhle ausgekratzt wurde, in einer zweiten Reihe von Fällen, um Blutverlust zu vermeiden, durch Cauterisation mittelst eines glühenden Platindrahtes. Der Erfolg war derselbe wie bei den Blinden und den halbseitig Geblendeten: Streichen der Rückenhaut wurde jedesmal mit einem lauten Quaken beantwortet. Auch hier machte sich kein Unterschied geltend, mochte nun die Operation auf einer oder auf beiden Seiten vorgenommen worden sein. Bei einigen Fröschen hatte sich nach Verlauf mehrerer Wochen von stehen gebliebenen Resten des Trommelfells aus eine neue, die Paukenhöhle vollkommen verschliessende Membran gebildet. Doch trat der Quakreflex nach wie vor mit derselben Exactheit auf. — Beiläufig sei bemerkt, dass auch die tauben Frösche kurze Zeit nachdem sie ihres Gehörs beraubt worden, sich in derselben Weise durch Kriechen fortbewegen, wie die blinden.

Die Lehre von dem Zustandekommen der Reflexhemmungen schien durch die bisher gewonnenen Resultate in ein ganz neues Licht zu treten und auf eine ungezwungene Weise gedeutet werden zu können. Die gefundenen Beziehungen zweier so hochwichtiger Sinnesorgane zum Reflexmechanismus mussten naturgemäss zu weiteren Versuchen auf dem eingeschlagenen Wege veranlassen.

Ich wandte mich nunmehr zum Geruchsorgan. Mehreren Fröschen wurden die Bulbi olfactorii durchschnitten. Es konnte dies nur erfolgen, nachdem der Knochen in einer ziemlich bedeutenden Ausdehnung verletzt worden war. Der Erfolg entsprach anfangs nicht meinen Erwartungen. Die operirten Thiere wurden matt und krank und Streichen der Rückenhaut erwies sich bei ihnen völlig erfolglos. Erst nach Verlauf einer Woche und darüber hinaus antworteten auch sie auf den angewandten Reiz regelmässig mit Quaken. Jedoch war dieses bei Weitem schwächer und nicht so anhaltend, wie bei den geblendeten und tauben Fröschen.

Um die ausgedehnte Knochenverletzung zu vermeiden, wurde nun bei anderen Thieren in der Weise verfahren, dass nach einfacher Spaltung der Nasenhöhlen diese mit dem glühenden Platindraht ausgebrannt wurden. Hier trat das Quaken noch an dem

Tage der Operation auf und verlor sich auch innerhalb der nächsten Wochen nicht.

Es war also jetzt gelungen, Beziehungen zwischen dem Seh-, Hör- und Riechorgan und dem Reflexmechanismus ausfindig zu machen; das Resultat der bisherigen Untersuchungen konnte zu der Annahme verleiten, als stünden diese höheren Sinnesorgane in einem innigen Zusammenhange mit dem Reflexvorgang, in der Weise, dass ihre Thätigkeit auf das Zustandekommen reflectorischer Bewegungen hemmend einwirke. Die Annahme einer derartigen Beziehung zwischen dem Reflexmechanismus und dem Sehorgan hat auch nichts Unwahrscheinliches an sich. Anders ist es bezüglich des Hör- und des Riechorgans. Diese sind beim Frosche keineswegs in der Art ausgebildet, dass man ihnen einen so bedeutenden Einfluss auf den Reflexmechanismus zuschreiben möchte. Ich wandte mich deshalb, um hierüber Gewissheit zu erlangen an die Untersuchung des spinalen Nervensystems und theile einige Versuchsprotocolle mit:

Einem grossen weiblichen Frosche werden beide Nn. Ischiadici in der Mitte des Oberschenkels freigelegt und durchschnitten, darauf die Hautwunde wieder vernäht. Bereits am Nachmittag desselben Tages beantwortet das Thier Streichen der Rückenhaut regelmässig mit Quaken und in gleicherweise die nächsten drei Wochen hindurch.

Einem grossen Frosch wird der linke N. Ischiadicus in derselben Weise durchschnitten. Vom nächsten Tage bis 14 Tage später quakt der Frosch regelmässig bei Streichen der Rückenhaut.

Die linke Hinterpfote eines grossen Frosches wird ungefähr eine halbe Minute lang bis zum Fussgelenk in verdünnte Schwefelsäure getaucht. Das Thier quakt bereits am Nachmittag desselben Tages und so fort noch 12 Tage. Dann trat eine Verschwärung des Fusses auf und das Quaken war nicht mehr hervorzurufen.

Einem grossen Frosch wird die ganze linke untere Extremität bis zum Hüftgelenk etwa eine halbe Minute lang in concentrirte Schwefelsäure getaucht, darauf abgespült. Nach Verlauf einer Stunde Quaken bei Streichen des Rückens. Am nächsten und nachfolgenden Tage tritt das Quaken nicht mehr auf. Am 4. Tage starb das Thier.

Hierbei will ich noch folgenden Versuches gedenken: Grosser Frosch. Amputation des hinteren Theils der Zunge. Noch an demselben Tage quakt das Thier bei Streichen der Rückenhaut, ebenso die folgenden Tage. Am 3. Tage wird der stehen gebliebene

Theil der Zunge exstirpirt. Das Thier quakt die folgenden Tage wie bisher.

Also Vernichtung der Reflexhemmung oder Erhöhung der Reflexerregbarkeit nicht allein bei Ausschaltung der Thätigkeit der höheren Sinnesorgane, sondern auch bei Zerstörung peripherer Nervenstämme und Nervenendigungen.

Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass Thiere, welche in der genannten Weise behandelt wurden, nicht mit derselben Intensität und Ausdauer quakten, wie die blinden, tauben oder ihres Geruchsinns beraubten. Doch trat der Reflex mit grosser Regelmässigkeit lange Zeit nach der Operation auf, auch als die durch Nähte verschlossene Hautwunde schon geraume Zeit verheilt war.

III. THEORETISCHES.

Ich wende mich jetzt zum Versuch einer Erklärung der neuen Thatsachen. Langendorff[1]) hatte sich bei Deutung seiner Experimente dahin ausgesprochen, dass diejenigen Mechanismen, welche die Reflexhemmung besorgen, „ihre äussere Anregung durch die Sinne, vornehmlich durch den Gesichtsinn erhalten". Bei einem Vergleich, den er zwischen seinen Versuchen und denen von Goltz zieht, erklärt er (S. 439) die Goltz'schen Frösche für blind, indem er die Abtragung der grossen Hemisphären als eine „unnöthige Complication" bezeichnet. Diesem Ausspruch Langendorff's ist die eigene Angabe von Goltz[2]) entgegenzustellen, welcher sagt: „Man könnte sich .... zu der Annahme verführen lassen, dass der des Grosshirns beraubte Frosch blind ist. Flourens u. A. sind dieser Meinung gewesen, haben aber .... geirrt". Ferner giebt Rosenthal[3]) an, dass die Taube, der das Grosshirn exstirpirt war, Gesichtseindrücke empfand und darauf reagirte. Ebenso spricht sich Voit[4]) dahin aus, dass nach Abtragung der Grosshirnlappen das Sehvermögen noch fortbesteht.

Dass Blindheit des Frosches zum Gelingen des Quakversuches keine unabweisbare Nothwendigkeit ist, geht auch aus den Schlussworten der Goltz'schen Arbeit: „Über reflectorische Erregung der

1) l. c. pag. 440.

2) Beiträge zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches. III. p. 58.

3) Centralbl. f. d. med. Wissenschaften. 1868. Nr. 47.

4) Beobachtung nach Abtragung der Hemisph. des Grosshirns bei Tauben, cit. nach Virchow-Hirsch Jahresb. 1868.

Stimme des Frosches" hervor, wo er mittheilt, dass Frösche, die man wiederholt mit dem Schädel gegen eine harte Unterlage schlägt, nach einiger Zeit Streichen des Rückens mit Quaken beantworten. Gleichzeitig beweist er, dass ihr Sehvermögen noch erhalten ist.

Als Grundbedingung für das Gelingen des Quakversuches stellt Langendorff (S. 436) die Forderung, dass die Blendung auf beiden Augen erfolgen müsse und erklärt eine einseitige Blendung für wirkungslos. In seiner früheren Arbeit (l. c. pag. 112) hatte er gefunden, dass die einseitige Blendung auch ohne Einfluss sei auf den Reflexmechanismus des ganzen Körpers, wenn er diesen nach der Türck'schen Methode prüfte. Ich erwähnte, dass meine Experimente in Betreff der ersteren Angabe mir ein ganz anderes Resultat ergaben. Die Deutung meiner Versuche muss demgemäss auch eine andere sein.

Sie ergeben zunächst, dass es nicht der Gesichtsinn, oder wenigstens nicht der Gesichtsinn allein ist, welcher dem Hemmungscentrum beständig Erregungen zuführt und es dadurch in Thätigkeit versetzt, denn es liesse sich wohl schwer die Annahme rechtfertigen, dass der durch die einseitige Blendung bedingte theilweise Wegfall dieser Erregungen allein hinreichend sei, um den Hemmungsmechanismus nicht zur Wirkung kommen zu lassen. Dazu kommt noch ein Anderes: Frösche, denen die Augenlider vernäht worden waren, sowohl einseitig, wie auf beiden Seiten, quakten regelmässig beim Streichen des Rückens. Für blind können die in dieser Weise operirten Thiere aber nicht erklärt werden, denn ein einfacher Versuch lehrt, dass Lidschluss durchaus nicht identisch ist mit Abschluss allen Lichtes. Wurde den Fröschen nach einigen Wochen die Naht entfernt, so blieb trotzdem für einige Zeit der Quakreflex erhalten. Wollen wir diese Beobachtung erklären, so müssen wir annehmen entweder, dass der plötzliche Lichteindruck, nachdem wochenlang vorher nur geringe Lichtmengen zum Auge gelangt waren, so mächtig erregend auf den Hemmungsapparat einwirkte, dass eine Überreizung und damit Erschlaffung desselben erfolgte, — oder wir nehmen, wie es Wernicke bei einer anderen Gelegenheit thut, an, dass die Bahnen vom Auge zum Gehirn, da sich längere Zeit keine Erregung auf ihnen fortpflanzte, nicht mehr „ausgetreten" sind, dass der Reiz sich nicht mehr auf das Grosshirn fortpflanzt und in Folge Wegfalls dieser Nebenschliessung in viel stärkerer Weise einzig auf die Reflexbahnen übergeht.

Die Theorie Langendorff's wird vollständig hinfällig durch meine Beobachtung, dass nach doppelseitiger sowohl wie einseitiger Zerstörung des Gehörorgans, ferner nach Vernichtung des Geruchsorgans der Quakreflex gleichfalls eintritt. Jedes dieser Organe besitzt dem Sehorgan gegenüber beim Frosch nur eine untergeordnete Bedeutung. Langendorff giebt selbst an (l. c. p. 436), dass Frösche auf Gehörseindrücke nur schwach reagiren. Soll man dennoch auch diese Organe als die Pforten für die zum Hemmungscentrum gelangenden Reize auffassen? Ich glaube eine derartige Behauptung bedarf noch weiterer Einschränkungen und Modificationen. Ich ziehe hier meine späteren Versuche heran. Es zeigte sich da, dass eine Durchschneidung grösserer spinaler Nerven denselben Effect hatte wie die Zerstörung der höheren Sinnesorgane; dasselbe Resultat erzielte ich ferner, wenn ich eine grössere Hautpartie durch Eintauchen in Schwefelsäure anätzte.

Ich denke mir den Vorgang in folgender Weise. Der unversehrte Frosch quakt nicht regelmässig, (sehr seltene Fälle ausgenommen) wenn man ihm den Rücken streicht; er springt fort. Der geblendete Frosch, der taube, der des Geruchsinns beraubte quakt, ebenso auch der, dessen Nn. Ischiadici auf einer oder beiden Seiten durchschnitten sind. Es strömen also sowohl durch die höheren Sinnes-, als durch die spinalen Nerven dem Centralnervensystem beständig Erregungen zu, welche einen hemmenden Einfluss auf das Zustandekommen der Reflexbewegungen ausüben. Andererseits sehen wir bei Reizung dieser Nerven reflectorische Bewegungen erfolgen. Einige Forscher erklären diesen scheinbaren Widerspruch durch die Annahme, dass diese Nerven sowohl zu reflexvermittelnden als zu reflexhemmenden Apparaten leiten, und dass für gewöhnlich, wenn keine stärkeren Reize auf diese Nerven einwirken, beide in gleich starker Weise erregt werden, so dass ihre Thätigkeit sich aufhebt und das Thier in Ruhe bleibt. Wird nun vermittelst eines dieser Nerven ein einigermaassen starker Reiz zum Centralorgan geleitet, so wird er sich auch auf beide Apparate ausbreiten, stärker jedoch auf den reflexvermittelnden als auf den reflexhemmenden, denn die Erregung ist für gewöhnlich entweder eine solche, dass das Thier sich ihr zu entziehen bemüht ist, oder sie ist derartig, dass durch sie angenehme Sensationen erregt werden — in beiden Fällen wird also eine Hemmung der Reflexe nicht eintreten.

Freusberg[1]) sprach sich bereits dahin aus, dass dem Cen-

1) l. c. pag. 207.

tralnervensystem die Unfähigkeit zukomme, „zwei Erregungsursachen gleichzeitig mit vollkommenen Leistungen zu beantworten“ Der Frosch, dessen eine in Säure getauchte Pfote ruhig bleibt während die andere stark gequetscht wird, liefert uns hierfür ein Beispiel. Durchschneidet man nun sämmtliche zu der gequetschten Pfote gehenden centripetalen Nerven, so strömen nur noch von der in der Säure befindlichen Pfote Reize zum Centralnervensystem, es wirkt also nur noch eine Erregung und diese wird mit der entsprechenden Zuckung beantwortet.

In gleicher Weise verhält es sich mit den in der beschriebenen Weise operirten Thieren. Ihnen wird eine Anzahl von Reizen, von Antrieben, die durch den Einfluss der Aussenwelt bedingt, beständig zum Centralnervensystem strömen, entzogen. Wirkt nun ein neuer Reiz auf einen solchen Organismus ein, so kann er sich gewissermaassen besser ausbreiten, da andere Reize, die sonst auch zum Centralnervensystem gelangten und dort eine entsprechende Thätigkeit auslösten, weggefallen sind. Es kann also jener Reiz auch besser beantwortet werden. Der Frosch, dessen Nn. Ischiadici durchschnittten, dem ein Auge oder beide Augen geblendet worden, dem das Gehörorgane einseitig oder beidseitig zerstört ist, quakt also bei Streichen der Rückenhaut, der unversehrte nicht.

Und doch trat in dem einen Fall, wo die eine hintere Extremität des Frosches bis zum Hüftgelenk in concentrirte Schwefelsäure getaucht worden war, diese Wirkung nur unvollkommen ein. Die Ursache dieser scheinbaren Anomalie ist wohl darin zu suchen, dass durch jene Operation der Frosch in ganz andere Lebensverhältnisse gesetzt wurde, indem nicht allein die Hautathmung eines so grossen Theiles vollständig unterbrochen, sondern die Gewebe auch in hohem Maasse verändert werden. Nicht unwesentlich ist auch bei den Beziehungen, in welchen der Reflexmechanismus zum Blute steht die Beobachtung — ein Punct, worauf Herr Hofrath Preyer mich aufmerksam machte — dass schon das Eintauchen in verdünntere Schwefelsäure einen destruirenden Einfluss auf die Blutkörperchen ausübt. Ferner tritt bei Bepinselung der Haut des Frosches mit Schwefelsäure nach Bobrick's Untersuchungen Verlangsamung und später vollständiger Stillstand der Herzthätigkeit ein.

Mit der angeführten Theorie vollständig in Einklang zu bringen ist die Erscheinung, dass das Anbringen eines peripheren Reizes, z. B. Quetschen einer Pfote, Eintauchen derselben in verdünnte Schwefelsäure u. s. w. den Quakreflex während der Dauer

des Reizes zu unterdrücken vermag. Es zeigt sich eben hier wieder die Unfähigkeit des Organismus auf zwei gleichzeitig wirkende Reize gleichzeitig und jedesmal in der entsprechenden Weise zu antworten.

Der Einwand, als seien die beschriebenen Erscheinungen etwa durch den Einfluss der Verletzung und einer hieran sich anschliessenden Entzündung bedingt gewesen, kann durch die Angabe entkräftet werden, dass Frösche, bei denen die Verletzung längst, schon Monate lang verheilt war, noch mit ungestörter Lebhaftigkeit bei Streichen des Rückens quakten, und dass andererseits (S. 14) nicht jedes beliebige Trauma den Quakreflex zu Stande kommen lässt.

Ob durch das erwähnte operative Verfahren die Reflexthätigkeit des ganzen Körpers beeinflusst wird, oder ob sich eine Steigerung derselben allein für den beschriebenen Mechanismus geltend macht, darüber vermag ich keine Auskunft zu geben, da ich es versäumt habe, das Verhalten der Thiere vor der Operation zu untersuchen. Ich bin jedoch geneigt auf Grund obiger Auseinandersetzungen eine gesteigerte Reflexirritabilität für den ganzen Körper anzunehmen.

Heubel[1]) fand, dass der Goltz'sche Quakversuch an kataplegisch gewesenen Thieren sehr gut gelingt. Ich kann diese Angabe durchaus bestätigen. Der starke Reiz, welcher bei dem Niederhalten der Thiere auf sie ausgeübt wird, führt nicht allein zu einer Hemmung der willkürlichen Bewegungen, sondern es zeigt sich auch eine bedeutende Reflexdepression während des kataplegischen Zustandes. Endlich aber tritt eine Ermüdung des Centralnervensystems für diesen Reiz ein und nun erst kann, da der erste Reiz wirkungslos geworden, ein neuer Reiz in der entsprechenden Weise beantwortet werden.

Es möge hier noch einiger von Herrn Professor Preyer gemachter Beobachtungen gedacht werden: Streicht man ganz junge Meerschweinchen schnell hintereinander mit der Hand über den Rücken, so lassen sie ein deutliches quiekendes Geräusch hören, das man vielleicht als einen Ausdruck des Wohlbehagens auffassen darf, wie das Schnurren der am Rücken gestreichelten Katze. Bei älteren Cavien bleibt der Versuch meistens erfolglos, ebenso bei anderen Thierspecies, z. B. Kaninchen, Hunden.

1) Ueber die Abhängigkeit des wachen Gehirnzustandes von äusseren Erregungen. Ein Beitrag zur Physiologie des Schlafes und zur Würdigung des Kircher'schen Experimentum mirabile. Pflüger's Archiv Bd. XIV. p. 191.

Eine Erklärung dieser Beobachtung geben uns die interessanten Versuche Preyer's und Soltmann's. Das Reflexvermögen ist, wie ersterer [1]) z. B. an Meerschweinchen, die aus der trächtigen Mutter herausgeschnitten wurden, sah, schon während des intrauterinen Lebens vorhanden, die Reflexhemmung entwickelt sich erst in späterer Zeit. Aus diesem Grunde gelingt es auch nicht, Neugeborene in einen kataplegischen Zustand zu versetzen.

Der Umstand, dass diese Versuche vorzüglich an Cavien gelingen, lässt sich in Einklang bringen mit der Beobachtung, dass die Thiere so zu sagen eine neuropathische Disposition besitzen und auf alle Einwirkungen, die ihren nervösen Apparat treffen, präciser und constanter reagiren als die übrigen Thierspecies. So gelang bekanntlich Brown-Séquard und Westphal die experimentelle Erzeugung epileptiformer Krämpfe auch gerade an Meerschweinchen.

Aber auch bei älteren Thieren ist eine künstliche Erregung der Stimme durch denselben Eingriff wie bei Neugeborenen möglich. Unbedingt erforderlich zum Gelingen des Versuches ist jedoch wie es scheint eine vorherige Vergiftung der Thiere mit Atropin. Es ist dies also ein neuer Beweis für die lähmende Einwirkung des Atropins auf den Hemmungsmechanismus.

Ich kehre zu meinem eigentlichen Thema zurück.

Goltz erklärte seinen Quakversuch durch die Annahme, dass die des Grosshirns beraubten Thiere, wenngleich sie durchaus nicht unfähig sind von den Sinnesorganen aus Erregungen zu empfangen, sich doch „ungemein stumpf" dagegen verhalten, dass die Nervencentren in bedeutend geringerem Maasse durch diese Reize erregt würden, als beim unversehrten Thier. Er neigt zu der Ansicht, „dass bei dem Thier, welches sein Grosshirn besitzt, bei gleichem Anlass, sowohl die Zahl als die Intensität der Erregungen, welche die grossen Nervencentren erleiden, viel grösser ist als beim verstümmelten Thier. Darum wird bei jenem der Quakmechanismus viel leichter unterdrückt".

In meinen Versuchen habe ich den umgekehrten Weg eingeschlagen wie Goltz. Nicht das Grosshirn habe ich ausgeschaltet, zu welchem sämmtliche Erregungen geleitet werden und in dem sie zum Bewusstsein kommen, sondern die Bahnen, auf welchen diese Erregungen geleitet werden, die Sinnesnerven, habe ich functionsunfähig gemacht, also eine künstliche

1) l. c. pag. 45.

Unterbrechung der Leitung herbeigeführt. Es ist ersichtlich, dass beide Wege zu demselben Resultat führen müssen, ob ich nun die Decapitation ausführe, oder ob ich die centripetalen Nerven durchschneide oder sonstwie leitungsunfähig mache: In beiden Fällen strömt eine geringere Anzahl von Erregungen zum Centralnervensystem, so dass dieses auf den einen bestimmten Reiz in der entsprechenden Weise zu antworten vermag.

Mit dieser Annahme lässt sich nicht allein das Verhalten der von mir in der beschriebenen Weise operirten, sondern auch das der atropinisirten und der aus dem kataplegischen Zustand wieder zu sich gekommenen Thiere erklären.

SCHLUSSFOLGERUNGEN.

Fasse ich die gewonnenen Resultate kurz zusammen, so komme ich zu folgenden Ergebnissen:

1) Besondere Hemmungscentren anzunehmen ist zur Erklärung der mitgetheilten Versuche nicht nothwendig.

2) Durch die höheren Sinnes- und sämmtliche centripetale Nerven gehen dem Centralnervensystem beständig Erregungen zu und in Folge dessen wird dieses unfähig, gleichzeitig auf gewisse schwache Reize zu reagiren, da es durch jene Erregungen sozusagen vollständig in Anspruch genommen wird.

3) Ein theilweiser Wegfall dieser Erregungen ist gleichbedeutend mit einer grösseren Erregbarkeit des Centralnervensystems oder Zunahme der Stärke jener schwachen Reize, weshalb es also dann auch im Stande ist, neue Reize in der entsprechenden Weise zu beantworten.

4) Der Umstand, dass in der Regel erst einige Zeit nach der Durchschneidung oder Zerstörung der Reflex eintritt, spricht eben dafür, dass anfangs die Operation selbst als Reiz hemmend wirkt.

Jena, im September 1878.